# ДИАГНОСТИКА И РЕМОНТ СТРОЧНОЙ РАЗВЕРТКИ МОНИТОРОВ (часть 3)

*(Окончание. Начало см. в РЭТ №4, 2002 г.)*

**Владимир Старков**

*В этой, заключительной, части статьи рассматривается обобщенная структурная схема тракта синхронизации и управления строчной разверткой мониторов. Опираясь на эту схему, автор приводит ряд примеров практической реализации узлов строчной развертки различных мониторов. Подробно рассмотрена работа этих узлов и присущие им недостатки, приводятся рекомендации по поиску дефектов и их устранению.*

*«Синхронное плавание выглядит так же красиво, как корректная работа строчной развертки.»*

Схема управления силовой частью строчной развертки должна включать в себя, как минимум, синхронизированный задающий генератор и схему фазовой подстройки частоты (хотя мне попадались мониторы, в которых входной синхроимпульс, буферизованный логическими элементами, подавался прямо на базу выходного транзистора строчной развертки). Полный тракт синхронизации и управления строчной разверткой показан на блок-схеме (рис. 1). На рис. 2, 3, 4 приведены структурные схемы весьма распространенных интегральных микросхем типа MC1391P, TDA9103 и TDA9109. Самая простая (и старая) из них – MC1391P – применялась в мониторах и телевизорах 8...10-летней давности. Более новая микросхема, TDA9103, уже называется «процессором разверток»; она применялась в мониторах 5...6-летней давности. Полнофункциональный процессор TDA9109 используется в современных мониторах. При сравнении блок-схем этих ИМС видно, что они имеют узлы одинакового назначения, соответствующие общей структурной схеме. Блоки, отсутствующие в ИМС типа MC1391P, были реализованы на дискретных элементах.

От видеокарты компьютера входной импульс синхронизации HSYNC поступает на схему детектирования и коррекции полярности синхроимпульса (блок 1 на рис. 1). Этот узел присутствует в любом VGA- и SVGA-мониторе, но его функции может выполнять схема на дискретных элементах, подобная представленной на рис. 5, или сам синхропроцессор. Иногда эти задачи возложены на управляющий процессор.

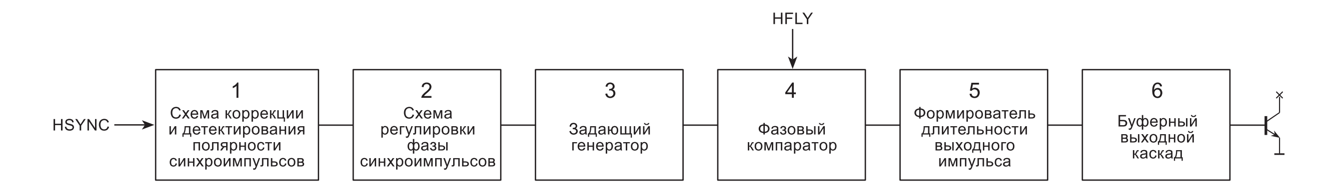



Рис. 1. Типовая блок-схема узла синхронизации строчной развертки монитора

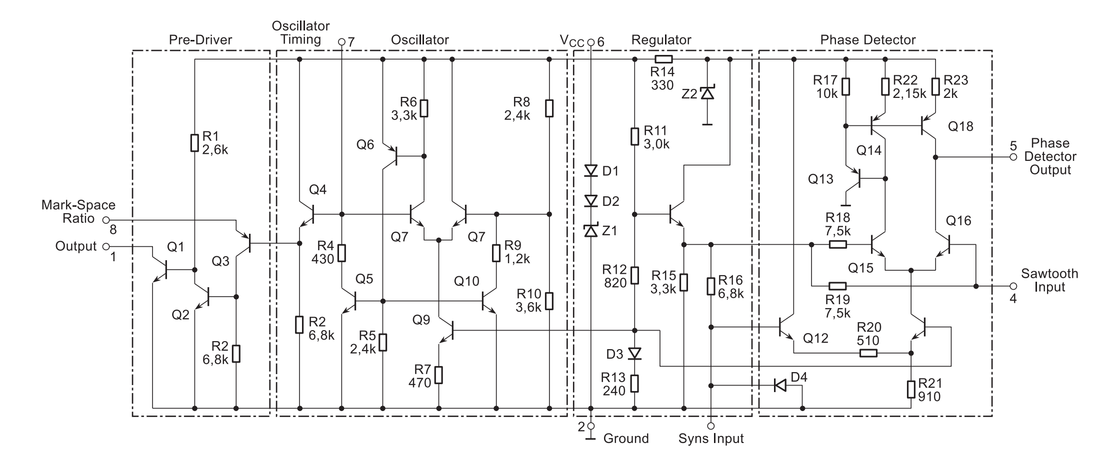



Рис. 2. Схема генератора строчной развертки MC1391P

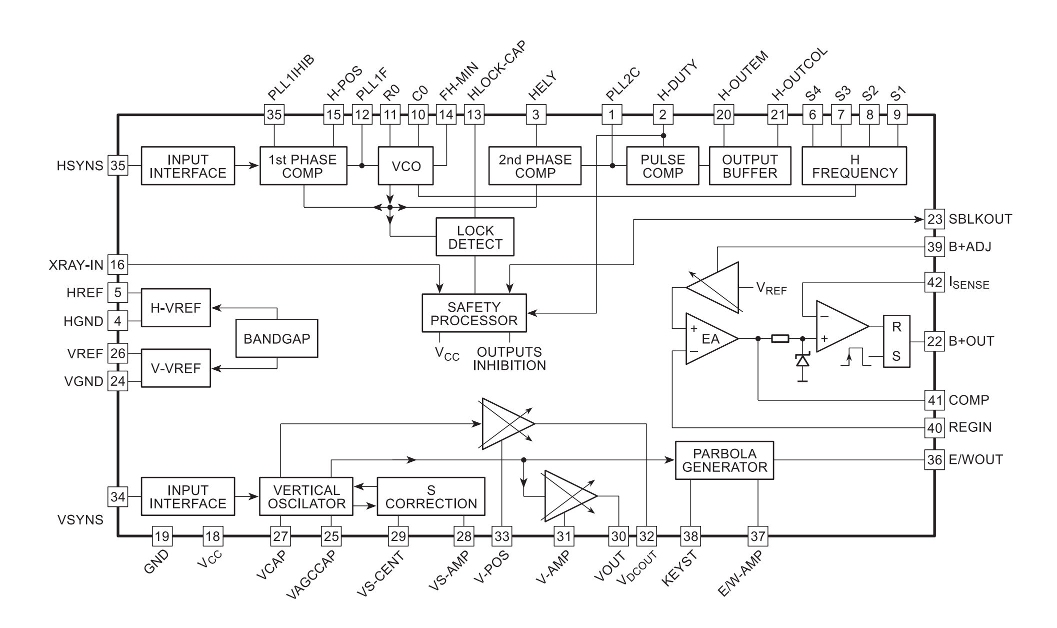



*Рис. 3. Блок–схема процессора разверток TDA9103*

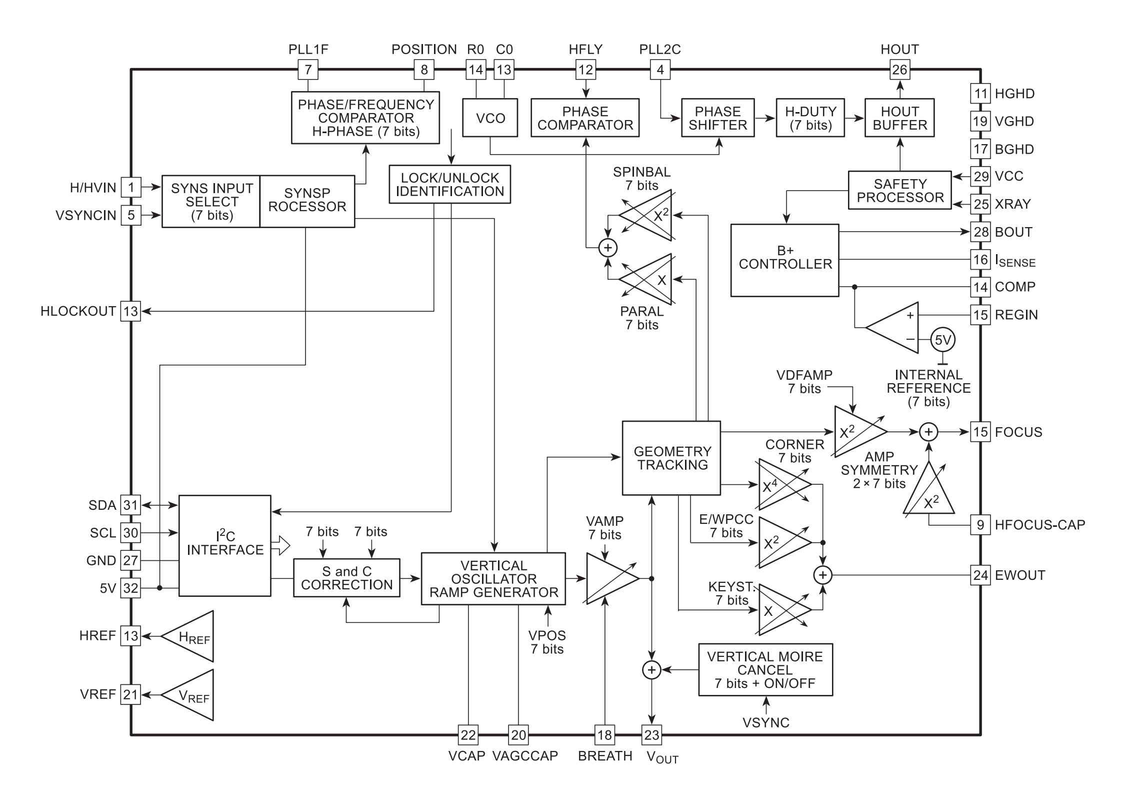



*Рис. 4. Блок–схема процессора разверток TDA9109*

Необходимость обработки сигнала объясняется тем, что полярность входных синхроимпульсов (СИ) изменяется в зависимости от разрешения и частоты обновления экрана. Ранее при помощи полярности синхроимпульсов кодировали режимы работы VGA–дисплея, но с расширением рабочих частот мониторов это стало невозможным, и в SVGA–мониторах отказались от такого способа. Тем не менее, для нормальной работы микросхем генераторов разверток требуются синхроимпульсы определенной полярности, поэтому в современных мониторах узел коррекции синхроимпульсов всегда присутствует.

Принцип предварительной обработки синхроимпульсов проиллюстрирован фрагментом схемы монитора Casper TM–5158A (рис. 5). Логическая микросхема типа 74LS86 (IC101A) содержит 4 двухвхо–

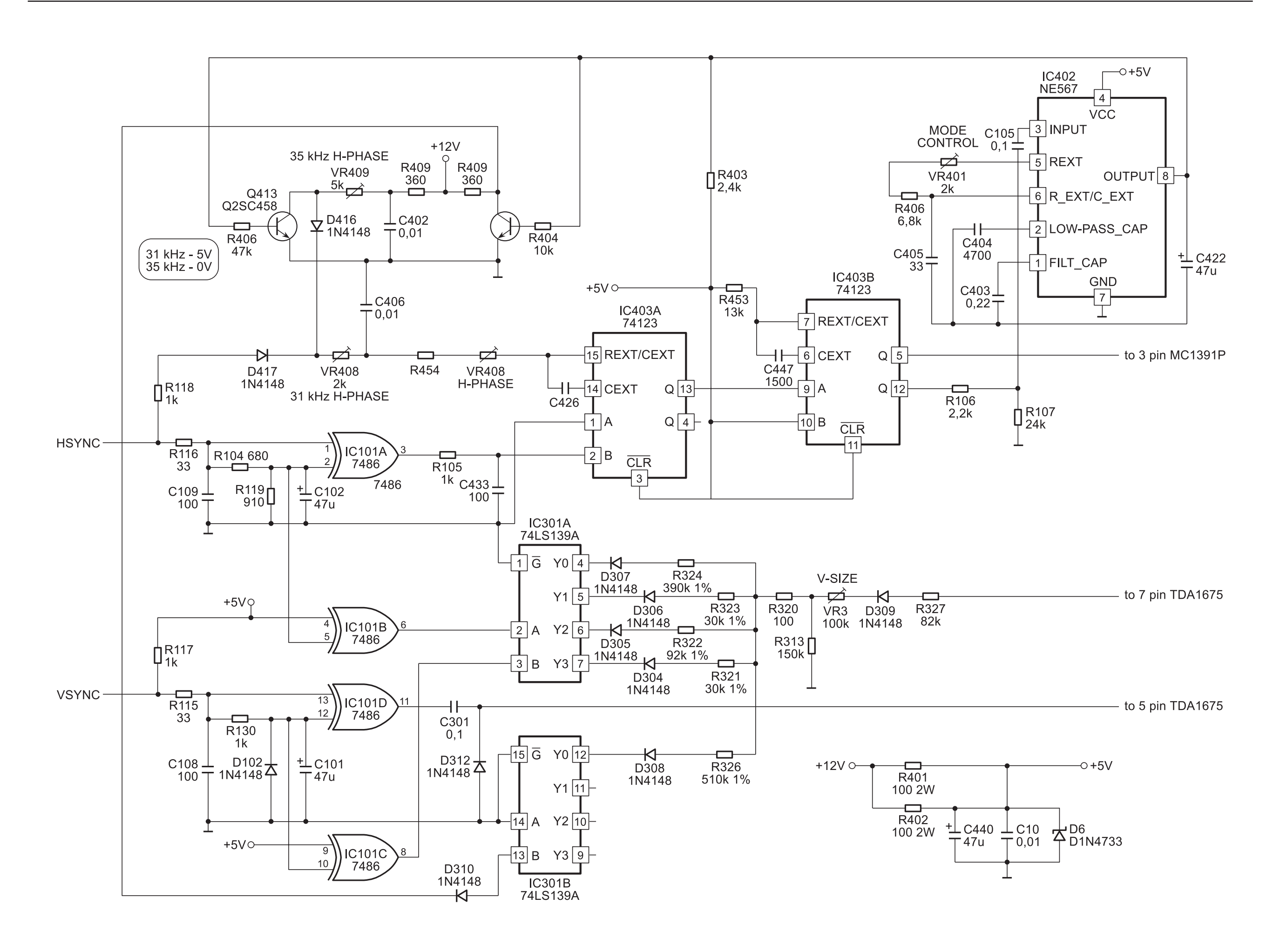



*Рис. 5. Узел выделения синхроимпульсов и сигналов коррекции растра монитора Casper TM-5158A*

довых элемента «исключающее ИЛИ». На один из входов подается синхроимпульс, а на второй – тот же импульс, но через интегрирующую RC-цепь, постоянная времени которой значительно больше, чем длительность СИ. На конденсаторе C102, подключенном ко второму входу, выделяется постоянное напряжение, которое имеет уровень «лог. 1», если СИ отрицательной полярности, и уровень «лог. 0», если положительной. Эти же сигналы используются схемой коррекции растра в VGA-мониторах для определения режима работы (mode). Таким образом, на выходе элемента «ИЛИ» всегда будет СИ положительной полярности. Если для синхропроцессора требуется СИ отрицательной полярности, то его инвертируют при помощи второго элемента логической микросхемы. Аналогичной обработке (IC101D) подвергаются кадровые синхроимпульсы.

Сигналы полярности СИ, выделенные на конденсаторах C102, C101 и инвертированные элементами IC101B, IC101C, подаются на входы дешифратора IC301, к выходам которого подключена матрица, состоящая из резисторов разного номинала. Поскольку данный аппарат относится к SVGA-мониторам, он поддерживает больше режимов, чем предусмотрено способом кодирования полярности СИ для мониторов VGA. Для определения дополнительных режимов и коррекции растра применена микросхема декодера частоты на микросхеме ФАПЧ типа NE567 (IC402). Сигнал на ее выходе имеет уровень «лог. 1» в стандартных VGA-режимах с частотой сигнала HSYNC, равной 31,5 кГц, и уровень «лог. 0» в SVGA-режиме при частоте 35 кГц. Этим же сигналом управляются ключевые элементы, которые коммутируют времязадающие цепи в схеме регулятора фазы сигнала HSYNC и задающего генератора строчной развертки (СР) на микросхеме MC1391P (на схеме не показана), а также узел коррекции растра (IC301B).

Типовые неисправности схемы (рис. 5) заключаются в потере емкости электролитическими конденсаторами C101, C102 и выходе из строя логической микросхемы IC101. Последнее, как правило, происходит в момент подключения монитора к компьютеру «на ходу», т.е. без выключения из электрической сети монитора и системного блока. Столь же распространенной неисправностью является обрыв или замыкание сигнального провода в кабеле или в интерфейсном разъеме. Если видеокабель съемный, то проверить исправность разъема можно в самом мониторе.

Далее «выпрямленный» синхроимпульс подается на схему регулировки фазы синхроимпульсов (блок 2 на рис. 1). Дело в том, что импульсы синхронизации вырабатываются видеоплатой компьютера с некоторой задержкой относительно самого изображения. Эта задержка зависит от разрешения, количества цветов, частоты обновления экрана и в общем случае может зависеть от «чипсета» видеокарты, а также объема ОЗУ на ней. Поэтому в мониторе вводят дополнительную задержку фронта синхроимпульса, чтобы видимое на экране изображение можно было совместить с центром растра. В ранних моделях VGA-мониторов (с аналоговыми регулировками) для установки задержки обычно использовались одновибраторы на ИМС типа 74LS123 или HEF4538 (рис. 5). Например, на элементе IC403A выполнен одновибратор с регулируемой длительностью импульса. По заднему фронту этого импульса запускается одновибратор IC403B, обеспечивающий фиксированную длительность выходного импульса, который отстает по фазе от входного сигнала HSYNC.

В современных мониторах с «цифровыми» регулировками функцию задержки выполняет процессор управления или ИМС процессора разверток. Во втором случае имеется дополнительный фазовый детектор, а весь узел обозначается как 1st PLL (Phase Locked Loop, ФАПЧ1). На блок-схеме TDA9103 (рис. 3) видно, что первый фазовый детектор управляется постоянным напряжением на входе H-POS, которое поступает либо с потенциометра, либо с выхода ЦАП, управляемого процессором. У микросхемы TDA9109 такой внешней регулировки нет (8-ой вывод POSITION предназначен для подключения фильтрующего конденсатора). Эта ИМС управляется по цифровой шине $I^2C$, поэтому ЦАП, задающий уставку на ФАПЧ1, является встроенным. Неисправности в блоке регулировки фазы возникают довольно редко и обычно связаны с механическим износом потенциометра H-PHASE на передней панели монитора или с дефектом ИМС.

Следует также упомянуть специализированные ИМС, выполняющие определение режима, коррекцию полярности синхроимпульсов и вырабатывающие сигналы коррекции растра. Как правило, эти процессоры были запрограммированы («прошиты») при помощи маски и выпускались разными производителями мониторов под своими названиями. Типичный представитель – процессор WT8045N32 фирмы Weltrend (рис. 6). Кстати, окончание N32 указывает не только на количество выводов корпуса, но и является номером «прошивки» процессора.

Процессор WT8045N32 имеет собственный опорный генератор, для которого требуется внешний кварцевый резонатор с частотой 3,58 МГц. Синхроимульсы от видеокарты поступают на входы HSin и VSin, соответственно. На выходах H_out и V_out формируются импульсы фиксированной полярности (которая зависит от номера прошивки), но без задержки относительно входных сигналов. Скорректированные по фазе СИ фиксированной полярности формируются на выходах QH (отрицательной полярности) и QV (положительной полярности). Величина их задержки зависит от времязадающих RC-цепей, подключаемых к соответствующим входам QHRC и QVRC. Выходы коррекции растра активируются, если частота и полярность входных СИ соответствуют тем, которые определены прошивкой. Кроме того, микросхема WT8045N32 может управлять режимами энергосбережения монитора. Типовыми неисправностями узла, выполненного на таком специализированном процессоре, являются нестабильная работа кварцевого генератора и выход из строя микросхемы при подключении монитора «на ходу».

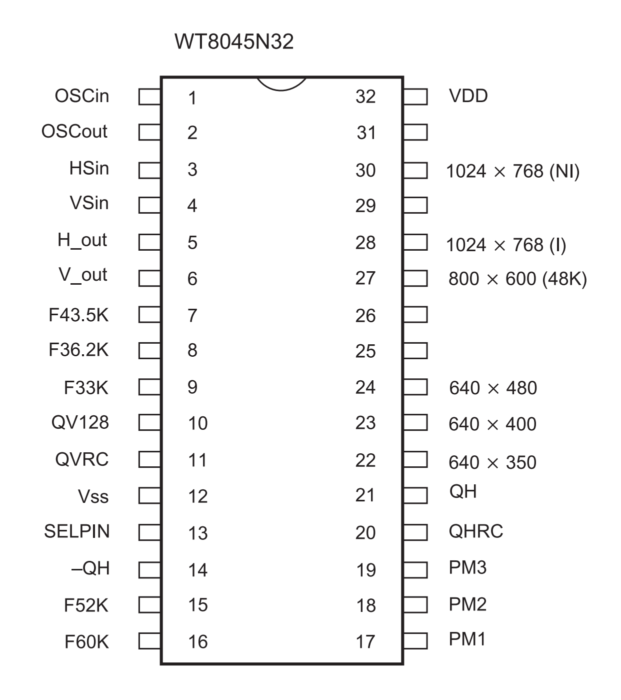



*Рис. 6. Цоколевка микросхемы WT8045N32*

Задающий генератор является третьим, по структурной схеме рис. 1, блоком узла синхронизации строчной развертки. От стабильности вырабатываемого им напряжения пилообразной или треугольной формы зависит качество изображения. Поэтому во времязадающих цепях используются прецизионные резисторы и конденсаторы с малым ТКЕ, что обеспечивает временную и температурную нестабильность частоты в пределах 3...5%. Поскольку одной RC-цепью трудно перекрыть весь диапазон рабочих частот строчной развертки даже в старых 15-дюймовых мониторах (30...70 кГц), то для управления частотой генератора используется коммутация времязадающих элементов. Если такой монитор не поддерживает некоторые режимы в указанном диапазоне частот, я не рекомендую его дорабатывать. При необходимости следует уточнить рабочий диапазон и дискретность частот строчной развертки конкретного аппарата по сервисной документации. С некоторыми оговорками, можно воспользоваться данными, представленными на сайте www.monitorworld.com.

В схемотехнике современных процессоров разверток предусмотрена регулировка частоты задающего генератора постоянным напряжением, так же как и регулировка фазы СИ. На структурной схеме синхропроцессора TDA9103 (рис. 3) таким входом

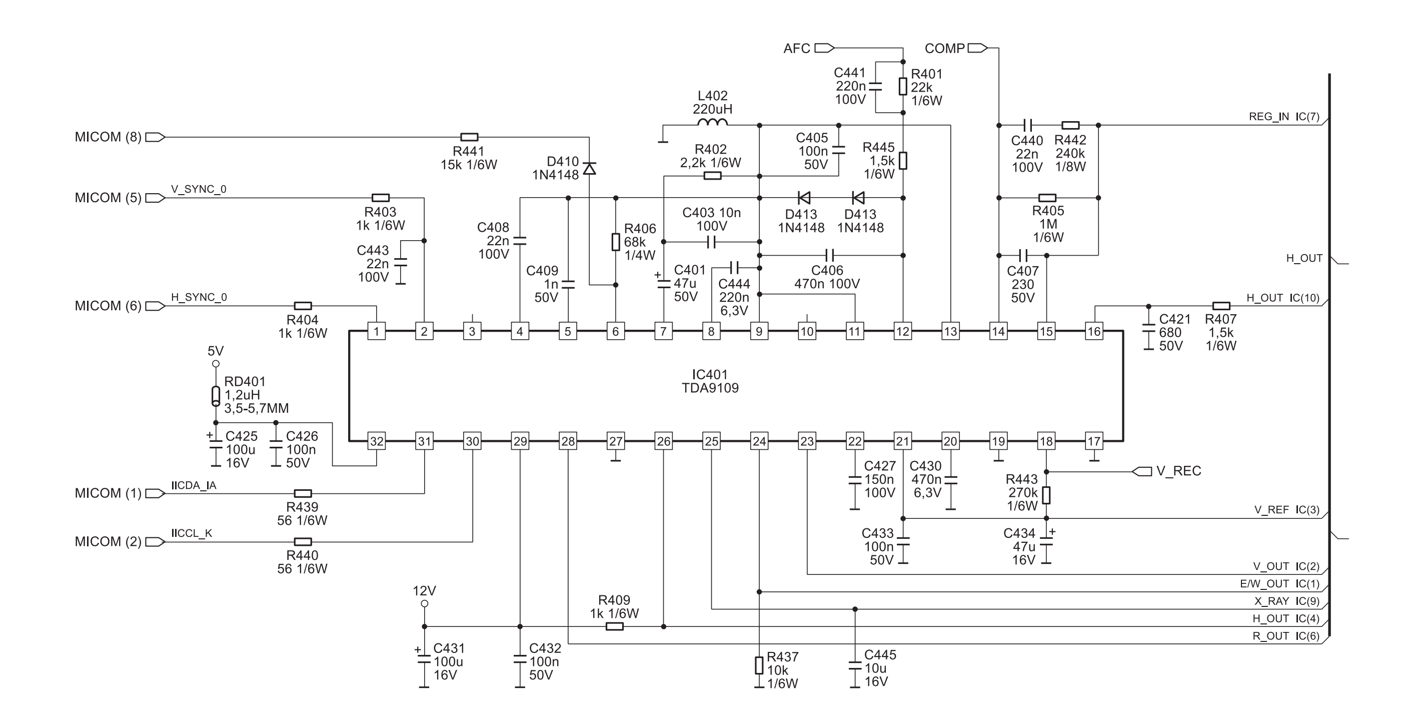



*Рис. 7. Схема включения процессора разверток монитора SyncMaster 400b*

управления является FH–MIN. Это напряжение может быть подано с потенциометра или с выхода ЦАП, управляемого процессором. Микросхема TDA9109 не использует внешние управляющие сигналы, поскольку они вырабатываются встроенным ЦАП. Поэтому в ее обвязке присутствуют только времязадающие элементы.

Неисправности задающего генератора чаще всего связаны с нестабильностью параметров реактивных элементов. На фрагменте схемы монитора SyncMaster 400b (рис. 7) таким элементом является C409. Дефект именно этого конденсатора встречается и в других мониторах, где использована аналогичная микросхема.

Следующим блоком (4 на рис. 1) является фазовый компаратор, который сравнивает фазу «пилы» задающего генератора и сигнала HFLY, приходящего от силовой части строчной развертки. Этот сигнал формируется из строчного импульса обратного хода (СИОХ), взятого либо с «горячего» вывода строчной отклоняющей системы, либо с обмотки ТДКС (FBT). В первом случае СИОХ подается на синхропроцессор через емкостный делитель. Следует отметить, что самой распространенной неисправностью 15-дюймовых мониторов фирмы Acer является отказ керамического конденсатора C335 (220 пФ, 2 кВ), образующего верхнее плечо емкостного делителя СИОХ. Практически во всех мониторах этой серии, поступивших в ремонт, данный конденсатор давал очень большую утечку, что приводило к смещению частоты резонанса строчной развертки и, как следствие, к перегреву выходного транзистора, а также к выходу из строя цепей питания строчной развертки. Рекомендую всегда обращать внимание на конденсатор C335 в мониторах Acer (а также их OEM-разновидностях) и для профилактики вместе с ним заменять другой конденсатор того же делителя – C336 (0,01 мкФ, 50 В). Подобная неисправность емкостного делителя СИОХ встречалась и в 17-дюймовых мониторах фирмы ViewSonic (модели E70-1 и EF70), где аналогичный конденсатор имеет обозначение C449 (220 пФ, 2 кВ); вместе с ним обычно сгорает резистор R457 (680 Ом, 0,5 Вт). Причиной выхода из строя указанных конденсаторов является несоразмерная их типу и габаритам реактивная мощность, выделяющаяся в емкостном делителе, что обусловливает перегрев конденсаторов из-за потерь в диэлектрике и катастрофический рост утечки.

Неисправности в цепи управления вторым фазовым компаратором чаще всего приводят к отсутствию синхронизации по строкам. Не допускайте продолжительной работы монитора в таком режиме! Пока Вы будете искать причину неисправности, выходной транзистор СР может перегреться и выйти из строя.

Далее по блок-схеме на рис. 1 следует узел формирования длительности выходного импульса управления строчным транзистором. Из теории работы строчной развертки следует, что одновременно с закрыванием выходного транзистора возникает импульс обратного хода. Поэтому срез выходного импульса буферного каскада должен совпадать с минимальным напряжением на коллекторе выходного транзистора СР и катоде демпфирующего диода. В первой части статьи (РЭТ №4, 2002) я ошибочно утверждал, что в этот момент времени ток через строчные отклоняющие катушки равен нулю. Это неверно, – он сдвинут по фазе на 90° относительно напряжения на коллекторе. Спасибо коллегам, указавшим мне на ошибку!

Выходной импульс формирователя должен быть меандром, т.е. заполнять период на 50%. На практике длительность импульса не равна половине периода, т.к. «набегает» задержка в трансформаторном каскаде, а также прибавляется время, необходимое для выхода транзистора из режима насыщения и его запирания. У микросхем MC1391P и TDA9103 длительность выходного импульса задается резистивным делителем. В более совершенной ИМС типа TDA9109 – при помощи встроенного ЦАП (в диапазоне 30...65%).

Неисправность в цепи формирования длительности выходного импульса влияет на работу всей петли ФАПЧ2, включающей задающий генератор, второй фазовый детектор, формирователь и буферный каскад.

Буферный каскад, как правило, состоит из двух узлов: ИМС синхропроцессора имеет выход типа «открытый коллектор» или «открытый эмиттер» (в TDA9103 выведены и эмиттер, и коллектор выходного транзистора), который, в свою очередь, управляет дискретным транзистором средней мощности, нагруженным на согласующий трансформатор. На рис. 8 и 9 показаны примеры таких схем.

Согласующий трансформатор необходим для получения больших импульсных токов (несколько ампер), способных удержать мощный выходной транзистор в режиме насыщения на время первого полупериода строчной развертки, а также ускорить его переход в режим отсечки во время второго полупериода. С целью надежного запирания транзистора вторичная обмотка согласующего трансформатора вырабатывает выброс отрицательного напряжения, обеспечивающий принудительный разряд большой входной емкости мощного транзистора. Величина выброса определяется параметрами DRC–цепи, демпфирующей первичную обмотку трансформатора (R417, C413, D405 в мониторе SyncMaster 400b и C415, R429, D421, R430 в 753s).

Одной из причин перегрева строчного транзистора является неправильная работа буферного каскада. В цепи его питания, как правило, установлена RC–цепочка, которая фактически ограничивает мощность, потребляемую базой мощного транзистора. Потеря емкости конденсатором фильтра (например, C412 в схеме SyncMaster 400b) приводит к росту пульсаций в первичной обмотке согласующего трансформатора и ограничению импульсного тока. В результате выходной транзистор строчной развертки начинает медленнее переходить из режима насыщения в режим отсечки, поскольку его запирание обеспечивается только разрядным резистором, подключенным между базой и эмиттером. При этом появляется характерный «загиб» в осциллограмме СИОХ, упомянутый в первой части статьи (РЭТ №4, 2002). Похожее явление наблюдается при потере емкости конденсатора C411, установленного в цепи базы мощного транзистора. Неисправность конденсатора фильтра также может приводить к преждевременному выходу мощного транзистора из режима отсечки в результате появления на втором полупериоде дополнительного отпирающего импульса с меньшей амплитудой.

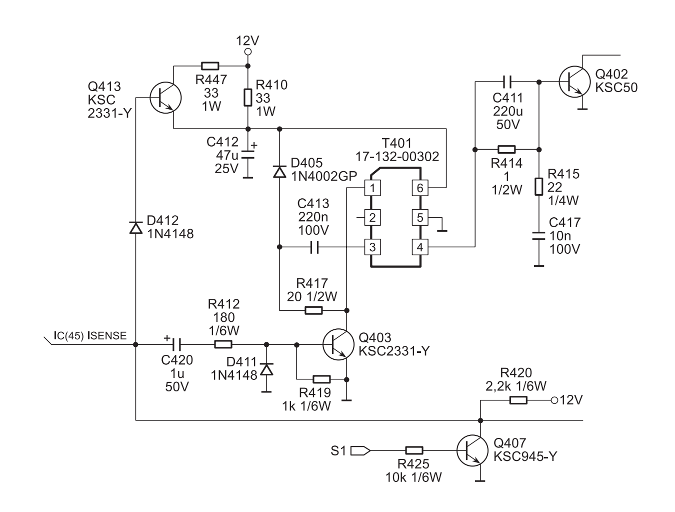



*Рис. 8. Буферный каскад строчной развертки монитора SyncMaster 400b*

При замене дефектного конденсатора C412 целесообразно устанавливать электролитический конденсатор с более высоким рабочим напряжением, т.е. выдерживающий повышенную реактивную мощность. Некоторые специалисты советуют увеличивать номинал конденсатора фильтра питания буферного каскада до 100 мкФ, чтобы улучшить форму СИОХ. Я не вижу в этом особого смысла, т.к. более важным, на мой взгляд, критерием обеспечения надежности работы СР является нормальная температура мощного транзистора, а не скорость нарастания импульса обратного хода.

Если сравнить две схемы цепей питания буферного каскада, приведенные на рис. 8 и 9, можно заметить, что в мониторе SyncMaster 400b установлен ключ на транзисторе Q413, управляемый сигналом коррекции растра S1. Этот ключ подсоединяет дополнительный резистор R447, добавляя ток, подаваемый в каскад при минимальной рабочей частоте развертки. Чем выше частота, тем меньше тока требуется буферному каскаду для эффективного управления выходным транзистором, т.к. скорость изменения тока ограничена индуктивностью первичной обмотки согласующего трансформатора. При увеличении частоты управляющих импульсов время между циклами коммутации тока уменьшается. Это приводит к тому, что трансформатор работает в режиме с постоянным подмагничиванием, величина которого определяется средним током, протекающим через обмотку. Кроме того, возрастает подмагничивание и возникает опасность насыщения сердечника, который, во избежание этого, изготовлен с зазором. Избыточный ток управления так же вреден для мощного транзистора, как и недостаточный, поскольку при увеличении частоты переключения возрастают динамические потери в выходном каскаде СР. Таким образом, уменьшая напряжение питания формирователя с ростом частоты развертки, решают две задачи:

- уменьшают подмагничивание согласующего трансформатора;

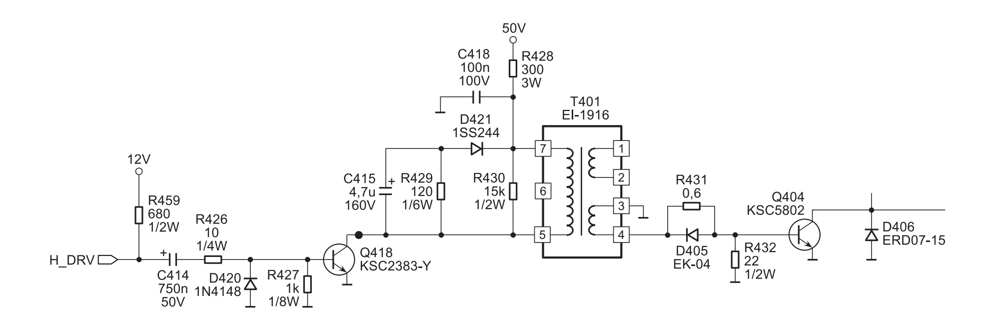



*Рис. 9. Буферный каскад строчной развертки монитора SyncMaster 753s*

- снижают средний ток базы мощного транзистора.

Экспериментально установлено, что в мониторе SyncMaster 753s (фрагмент схемы показан на рис. 6) при частоте строчной развертки 60 кГц температура корпуса выходного транзистора Q404 через 15 минут после включения составляет 76...78°С (со снятой задней крышкой корпуса монитора), что не так мало. При снижении частоты до 31,5 кГц рабочая температура транзистора за 1,5...2 минуты падает до 64...66°С! Остается загадкой, почему разработчики не предусмотрели схему регулировки напряжения питания буферного каскада? Известно, что пробой строчного транзистора, работающего в тяжелом температурном режиме, является распространенной причиной неисправности данного монитора. Однако в бюллетенях, разосланных в авторизованные сервисные центры, рекомендовано заменять штатный выходной транзистор типа KSC5802 на FJAF9610, который, вероятно, имеет меньшие динамические потери.

Подведем итоги обсуждения. Итак, если нет общей синхронизации изображения по строкам, то необходимо:

- убедиться, что установленное на компьютере разрешение и частота обновления являются допустимыми для данного монитора, т.е. установлен штатный драйвер монитора;
- проверить исправность сигнального кабеля монитора, его соответствие модели (если кабель съемный) и осмотреть пайку интерфейсного разъема;
- при помощи осциллографа проверить входные цепи блока синхронизации; наблюдая сигнал HSYNC, сравнить частоту и фазу сигнала на входе и выходе блока детектирования и коррекции полярности синхроимпульсов (процессора управления) и на входе процессора разверток (синхропроцессора) с сигналом СИОХ.

В некоторых случаях синхронизация может отсутствовать из-за того, что управляющий процессор монитора задает некорректные сигналы управления процессору разверток или неверно его программирует. Обычно данные настроек хранятся в микросхеме энергонезависимой памяти (EEPROM), поэтому неисправность прошивки поможет быть выявлена установкой аналогичной ИМС, снятой с заведомо исправного аппарата той же модели. В любом случае, рекомендую сначала проверить осциллографом сигналы по всему тракту синхронизации и управления, начиная от контакта интерфейсного кабеля и до разъема отклоняющей системы, чтобы выяснить, какой именно узел виновен в срыве синхронизации.

После замены выходного транзистора строчной развертки всегда обращайте внимание на его тепловой режим, причем как на скорость нагрева, так и на температуру корпуса транзистора в установившемся режиме. Учтите, что при снятой задней крышке корпуса монитора температура транзистора меньше на 10...15°С. В случае значительного и быстрого нагрева транзистора не доводите дело до аварии – выключите монитор и попытайтесь установить причину. В первую очередь проверяйте электролитические конденсаторы в цепи базы выходного транзистора и питания буферного каскада СР. Нарушение работы генератора строчной развертки, формирователя длительности импульса управления и цепи ФАПЧ также могут влиять на температурный режим мощного транзистора.

Ремонт строчной развертки мониторов – наиболее частый, сложный и порой нудный процесс. Старайтесь выявить истинную причину неисправности – не идите на поводу у клиента!

Удачных Вам ремонтов!

***Литература***

*1. Datasheet MC1391. TV Horizontal Processor, Motorola Inc., 1996, Rev. 2.*

*2. Datasheet TDA9103. Deflection Processor for Multisync Monitor, SGS-Thomson Microelectronics, May 1996.*

*3. Datasheet TDA9109. Low-Cost Deflection Processor for Multisync Monitors, SGS-Thomson Microelectronics, June 1998.*

*4. Datasheet WT8045. Synchronous Signal Discriminator and Power Saving Detector for Green Monitor, Weltrend Semiconductor Inc., May 4, 1995.*

*5. Родин А.В., Тюнин Н.А., Воронов М.А. Ремонт мониторов. Серия «Ремонт», вып. 12, Солон, 1997.*